

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-045072

(43)Date of publication of application : 15.02.2000

(51)Int.Cl.

C23C 16/44

C23C 16/26

C23C 16/50

C30B 23/02

C30B 29/04

H03H 3/08

H05H 1/46

(21)Application number : 10-210940

(71)Applicant : KOMATSU LTD

(22)Date of filing : 27.07.1998

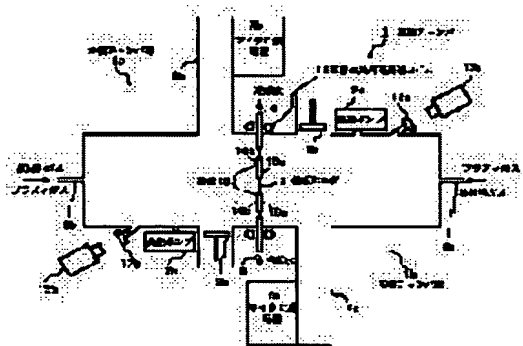
(72)Inventor : AOYAMA IKUHITO

**(54) FILM FORMING DEVICE, FILM FORMING METHOD, AND PRODUCT WITH FORMED FILM**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To form a film such as a diamond film on a substrate without causing warpage of the substrate by holding the substrate with a substrate holder with the both surfaces of the substrate exposed, disposing a film forming device on each side of the substrate, and simultaneously forming films of a specified material on both surfaces.

**SOLUTION:** A substrate 10 is fixed by a substrate holder 3 in a vacuum chamber 1 with its surfaces 10a, 10b exposed. The chamber parts 1a, 1b are formed on the respective sides of the substrate 10. Each chamber part 1a, 1b is a film forming device equipped with a vacuum pump 2a, 2b, gas inlet 6a, 6b, microwave power supply 7a, 7b, waveguide 8a, 8b, resonator plate 9a, 9b or the like and has a symmetric structure with respect to the substrate holder 3. The substrate 10 is controlled to a specified temp. by using pipes 4, 5 to introduce and discharge cooling water and a high frequency coil 11 to heat the substrate, and Ar, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> or the like are introduced through the gas inlets 6a, 6b to produce plasma by microwaves so as to simultaneously form diamond films on both surfaces 10a, 10b of the substrate 10 under same conditions.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

• [Date of registration]

• [Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

• [Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-45072  
(P2000-45072A)

(43) 公開日 平成12年2月15日 (2000.2.15)

| (51) IntCl. <sup>7</sup>             | 識別記号  | F I     | 特コード* (参考) |
|--------------------------------------|-------|---------|------------|
| C 2 3 C                              | 16/44 | C 2 3 C | 16/44      |
|                                      | 16/26 |         | 16/26      |
|                                      | 16/50 |         | 16/50      |
| C 3 0 B                              | 23/02 | C 3 0 B | 23/02      |
|                                      | 29/04 |         | 29/04      |
|                                      |       |         | D          |
| 審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 10 頁) 最終頁に続く |       |         |            |

(21) 出願番号 特願平10-210940

(22) 出願日 平成10年7月27日 (1998.7.27)

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所  
東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 青山 生人

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(74) 代理人 100095371

弁理士 上村 輝之 (外1名)

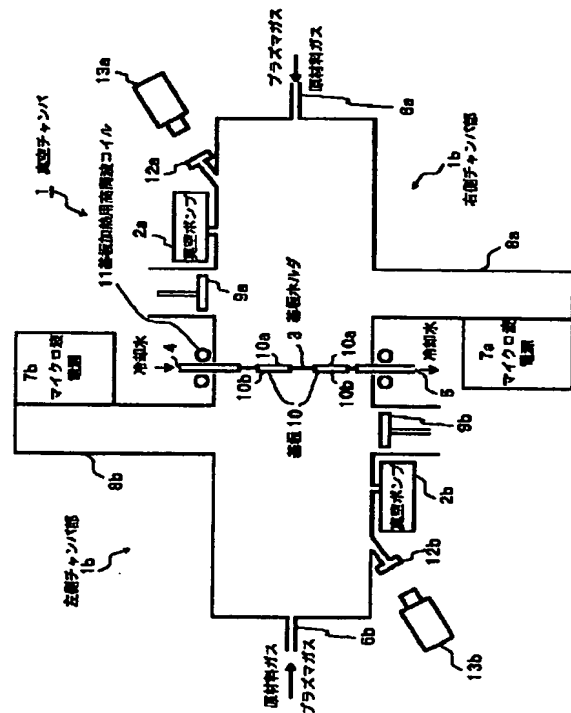
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 成膜装置、方法及び成膜製品

(57) 【要約】

【課題】 単純なプロセスで、基板の湾曲なしに、ダイヤモンド膜を基板上に成膜する。

【解決手段】 真空チャンバ1の中心位置に、基板10がその両面を露出した状態で基板ホルダ3に固定される。真空チャンバ1は、基板10を中心に左右な構成であり、基板10の右側面に左側面に対して、同時に同一条件で原料ガスのラジカルを供給してダイヤモンド膜を成膜する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板を支持する基板ホルダと、  
前記基板ホルダに支持された基板の一方の面の側に配置され、前記基板の一方の面に対して作用する第1の成膜ユニットと、

前記基板ホルダに支持された前記基板の他方の面の側に配置され、前記基板の他方の面に対して作用する第2の成膜ユニットとを備え、前記第1と第2の成膜ユニットにより前記基板の両側の面に対して所定物質の膜を成膜する成膜装置。

【請求項2】 前記第1と第2の成膜ユニットが、実質的に同時かつ同一条件で前記基板の両面に成膜を行えるよう構成された請求項1記載の成膜装置。

【請求項3】 前記第1と第2の成膜ユニットが、前記基板ホルダについて互に対称な構造を有する請求項1記載の成膜装置。

【請求項4】 前記基板ホルダが、前記基板の温度を調節するための基板冷却装置又は基板加熱装置を有している請求項1記載の成膜装置。

【請求項5】 前記第1及び第2の成膜ユニットがそれぞれプラズマCVD法により前記所定物質の膜を成膜するものである請求項1記載の成膜装置。

【請求項6】 前記所定物質がダイヤモンドである請求項1記載の成膜装置。

【請求項7】 1枚以上の基板を支持する基板ホルダと、  
前記基板ホルダに支持された前記基板の各々を挟むようにして配置された複数の成膜ユニットとを備え、前記複数の成膜ユニットによって各基板の両側の面に対して所定物質の膜を成膜する成膜装置。

【請求項8】 基板をその両面が露出した状態で支持する基板ホルダと、  
前記基板ホルダに支持された前記基板の両面にダイヤモンド膜を成膜する成膜機構とを備えたダイヤモンド膜成膜装置。

【請求項9】 基板をその両面が露出した状態で支持すると共に前記基板の温度を調節する基板ホルダと、  
前記基板ホルダに支持された前記基板の両面に所定物質の膜を成膜する成膜機構とを備えた成膜装置。

【請求項10】 基板の一方の面の側で所定物質の原料のラジカルを生成して、前記基板の一方の面に前記所定物質の第1の膜を成膜するステップと、  
前記基板の他方の面の側で所定物質の原料のラジカルを生成して、前記基板の他方の面に前記所定物質の第2の膜を成膜するステップとを有する両面膜基板の製造方法。

【請求項11】 前記第1と第2の膜の表面を研磨するステップをさらに有する請求項10記載の製造方法。

【請求項12】 基板の一方の面に第1のダイヤモンド膜を成膜するステップと、

前記基板の他方の面に第2のダイヤモンド膜を成膜するステップとを有する両面ダイヤモンド膜基板の製造方法。

【請求項13】 基板の一方の面の側に所定物質の第1の膜を成膜するステップと、

前記第1の膜の成膜と実質的に同時かつ同一条件で、前記基板の他方の面に所定物質の第2の膜を成膜するステップとを有する両面膜基板の製造方法。

【請求項14】 実質的に同一厚みをもつ所定物質の膜を両面に有する基板。

【請求項15】 前記所定物質がダイヤモンドである請求項14記載の基板。

【請求項16】 半導体回路チップと、  
前記半導体回路チップに結合された、両面にダイヤモンド膜を有する基板を用いたヒートスプレッド又はヒートシンクとを備えた半導体デバイス。

【請求項17】 両面にダイヤモンド膜を有する基板と、  
前記基板の少なくとも一方の面のダイヤモンド膜を加工して形成されたSAW回路とを備えたSAWデバイス。

【請求項18】 両面にダイヤモンド膜を有する基板を用いたダイヤモンド膜利用製品。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ダイヤモンドなどの成膜技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ダイヤモンド膜を基板上に形成したものは、半導体デバイス等のためのヒートシンクやヒートスプレッド、SAW（表面弾性波）デバイス、耐圧ディスク、ディスク保護膜、X線窓などといった様々な用途に利用されている。ダイヤモンド膜の生成方法として、熱フィラメント法や各種のプラズマCVD法（RF（高周波）、ECR（Electron Cyclotron Resonance）、マイクロ波、DCアーク法など）が知られている。

【0003】これら従来の成膜方法に共通する点は、基板をステージ上に固定し、基板をステージに密着させてステージからの冷却や加熱で基板を成膜に最適な温度に制御しつつ、基板の表面にダイヤモンド膜を生成する点である。この従来方法によれば、基板の片面だけにダイヤモンド膜が生成される。ところが、ダイヤモンド膜と基板との格子定数の差から生じる応力や、ダイヤモンド膜と基板との熱膨張係数の差から生じる応力のために、また、ダイヤモンド膜と基板との弾性率の差から、通常、ダイヤモンド膜より基板のほうが曲がり易い特性をもつために、基板が湾曲するという現象が起きる。

【0004】より詳しく説明すると、ダイヤモンドは固体材料の中でも最も硬い材料として知られ、弾性率が大い、つまり同じ大きさの応力を受けたときの伸びやひずみが小さい材料である。通常の成膜プロセスにおいて

は、基板は上に乗る薄膜よりも桁違いに厚いため、基板と膜の間に生じる力は基板内ではその厚さ方向に分散し、基板の断面単位面積当たりにかかる力（応力）は膜のそれよりも遥かに小さく、結果として、相対的に薄膜が伸び縮みする。これに対し、ダイヤモンド膜の場合は、基板材料よりも弾性率が大きいために、更には、特にヒートシンクやヒートスプレッダでは、サブミリ厚という薄膜とはいいい難い厚みをもつために、基板を湾曲させるに至るのである。

【0005】また、ダイヤモンド膜を成膜するときの基板の温度条件は600～1200℃と高く、ダイヤモンドと基板材料との線膨張係数の差から、成膜温度から室温までに下げる間にダイヤモンド膜と基板との界面に生じる応力が大きくなり、基板上に乗せられたダイヤモンド膜が基板の方を湾曲させるに至る。すると、基板とステージ間の支持条件が変わるため、基板からステージへの熱伝達条件が変わり、基板の温度条件が成膜中に変化する。その結果、ダイヤモンド膜の深さ方向に均一なダイヤモンド膜が成膜できなかつたり、後にダイヤモンド膜を研磨する工程で、局所的に荷重がかかり易くなって、基板が割れたり、研磨むらが生じたりといった問題が生じる。

【0006】この問題を解決するため、特開平7-215796号には、2種以上の成膜条件で交互に特性の違うダイヤモンド膜を積むことで応力を減らす方法が開示されている。また、特開平7-243044号には、ダイヤモンド成膜中に基板が撓み始めたら、基板を取り出してダイヤモンド膜の成膜面と反対側の基板の面を研磨し平坦化した後、再び成膜を行う方法が開示されている。また、特開平8-195367号には、予め反った形状をもつ基板を使用すること、及び、研磨の際には基板のホルダーが傾斜し得る研磨機を用いることなどが開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開平7-215796号の成膜条件を変える方法や、特開平7-243044号の成膜途中で基板を取り出す方法は、プロセスが複雑になるためスループットが落ち、また成膜条件を最適にするために高度な制御装置を要する。特開平8-195367号の反りのある基板を使用する方法では、基板や膜の材質や厚みなどによって変わる湾曲の程度に煩わされることになり、また、その研磨方法を実施するにはホルダーが傾斜する特殊な研磨機を必要とする。

【0008】従って、本発明の目的は、単純なプロセスで、基板の湾曲なしに、ダイヤモンドなどの膜を基板上に成膜することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明に従えば、基板の両側に配置された成膜ユニットを用いて、基板の両面に

ダイヤモンドなどの所定物質の膜を成膜する。

【0010】望ましくは、同時かつ同一条件で、同一の厚みの膜を基板の両面に成膜する。

【0011】このようにして両面成膜を行うと、膜と基板との間の格子定数差や熱膨張率の差から生じる応力は、基板の両面で同じ大きさで且つ互いに反対向きに生じて両者は相殺される。その結果、湾曲の少ない膜付きの基板が得られる。成膜の最中に、成膜条件を変えたり、取り出して裏面を平坦化するという面倒な作業は必要ない。また、基板の湾曲が小さいので、基板の支持体への熱伝達条件の変化、更には基板温度条件の成膜中における連続的な変化は小さく、その結果、膜の深さ方向により均一な品質をもった膜を形成することができる。こうして得られた膜付き基板は、基板の格子定数、弾性率の違いを問わず、湾曲が極めて少ないため、成膜の後工程である研磨工程において既製の研磨機を使用しても、研磨面に均一な面荷重をかけることができる。よって、面荷重の局所集中によって起こる基板の割れや、研磨むらを避け、研磨工程における歩留まりを向上させることができる。

【0012】本発明の成膜技術は、特にダイヤモンド膜の成膜に好適であるが、それだけに限られるわけではない。ダイヤモンド膜を成膜する場合、基板材料としてはSi、SiC、Mo、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN、W、Ti、SUSなど様々なものを用いることができる。

【0013】本発明はまた、両面にダイヤモンド膜を成膜した基板を用いたダイヤモンド膜利用製品も提供する。

【0014】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施形態にかかるマイクロ波プラズマCVD装置の構造を示し、図2は図1中の装置の基板ホルダの構成を示す。

【0015】図1に示すように、真空チャンバ1内の中心位置に基板ホルダ3が配置される。この基板ホルダ3に、被成膜対象である複数枚の基板10が固定される。真空チャンバ1は、基板ホルダ3に固定された基板10の図中右側の面10aに対してダイヤモンド膜を成膜するための右側チャンバ部1aと、基板10の左側の面10bにダイヤモンド膜を成膜するための左側チャンバ部1bとから構成される。これら2つのチャンバ部1a、1bは、基板ホルダ3について互いに対称となるように構成されている。このことは、基板10の両面10a、10bに均等に成膜を行うために有効である。

【0016】2つのチャンバ部1a、1bの各々は、各チャンバ部1a、1bを真空引きするための真空ポンプ2a、2b、各チャンバ部1a、1b内にプラズマガス及びダイヤモンドの原材料ガスを導入するためのガス導入口6a、6b、導入されたガスをプラズマ化するためのマイクロ波を発生するためのマイクロ波電源7a、7b、そのマイクロ波を各チャンバ部1a、1b内に導入

するためのマイクロ波導波管8a、8b、そのマイクロ波を反射して共鳴を生じさせるマイクロ波共鳴板9a、9b、及び基板ホルダ3を包囲するように配置されて基板ホルダ3に固定された基板10を加熱するための高周波コイル11を備える。更に、各チャンバ部1a、1bには、基板観察窓12a、12b、及びその窓12a、12bを通して基板温度をモニターする放射温度計(パイロメーター)13a、13bも設けられている。

【0017】基板ホルダ3は、図2に示すように、冷却水導入口4と冷却水排出口5とをもった冷却水パイプを格子状に組んでなるパイプフレーム14と、それぞれ冷却水パイプに包囲されるようにしてパイプフレーム14に固定された正方形フレーム形の複数の基板取付板15とを有する。各基板取付板15は、そこに1枚の基板10を固定でき、そこに固定された基板10の両面はそれぞれ左右のチャンバ部1a、1b内に露出するようになっている。

【0018】成膜時には、左右のチャンバ部1a、1bの双方において同時かつ同一条件で、プラズマガスと原材料ガスとがマイクロ波のエネルギーにより励起されて基板10の両面10a、10b近傍にそれらのガスのプラズマ16a、16bが形成され、それにより、原材料ガスがラジカル化し、原材料のラジカルが基板10の両面10a、10bに付着する。この成膜の間、基板ホルダ3のパイプフレーム14に流す冷却水と、基板加熱用高周波コイル11とにより、基板10はダイヤモンド成膜に適した温度に維持される。結果として、基板10の両面10a、10bに均等にダイヤモンド膜が成膜される。

【0019】この実施形態を用いて成膜試験を次の通り行った。基板10を両面共同条件で傷付け処理した後、基板ホルダ3に取付け、冷却水1SLM(20℃、1気圧、1リットル/分)を冷却水導入口4より導入し冷却水排出口5より排水した。基板10として、厚さ0.5mm、平面サイズ20mm×20mmのシリコンウエハーを用いた。傷付け処理では、SiC#3000の砥粒を用い両面ラップ研磨した。真空ポンプ2a、2bを運転して真空チャンバ1内を真空度0.001torrまで真空引きし、真空ポンプ2a、2bを運転したままこの真空度を維持した。また基板加熱用高周波コイル11にパワーをかけ、基板観察窓12a、12bからパイロメーター13a、13bで基板表面10a、10bの温度をモニターし、これを所定の温度に維持した。この状態でガス導入口6a、6bから、アルゴン、水素、メタンの混合ガスを導入し、導入した状態でマイクロ波電源7a、7bより発生させたマイクロ波をマイクロ波導波管8a、8bを通して真空チャンバ1に導入、マイクロ波共鳴板9a、9bによりマイクロ波の共鳴条件を調節して、基板支持体3の両側にマイクロ波プラズマを発生させた。その結果、基板10の両面にダイヤモンド膜

の成長が始まった。ダイヤモンド膜を、各側それぞれ膜厚50μmだけ成長させた。

【0020】図3に本発明の第2の実施形態にかかる熱フィラメントCVD装置の構造を示す。図4は、この装置の基板ホルダを示す。尚、図1に示した実施形態と基本的に同じ機能をもつ要素には同一の参照番号を付して、重複した説明は省略する。

【0021】真空チャンバ21は、中心に配置された基板ホルダ3について相互に対称な構造をもつ右側チャンバ部21a及び左側チャンバ部21bから構成される。左右のチャンバ部21a、21bの各々の内部では、基板ホルダ3の近傍に熱フィラメント24a、24bが配置され、各熱フィラメント24a、24bは電源25a、25bに接続される。

【0022】基板ホルダ3は、図4に示すように、全体として冷却水パイプとして構成されたパイプフレーム14と、このパイプフレーム14に囲まれるようにして固定された1枚の円形フレーム形の基板取付板15とを有する。基板取付板15には1枚の円形基板10が固定できる。

【0023】この実施形態を用いて以下の通り成膜試験を行った。基板10を両面共同条件で傷付け処理した後、基板ホルダ3に取付け、冷却水1SLMを基板ホルダ3の冷却水導入口4より導入し冷却水排出口5より排水した。基板10として、厚さ0.5mm、直径25mmのSiC基板を用いた。傷付け処理では、粒径14μm未満のダイヤモンド砥粒を用いて両面ラップ研磨した。真空ポンプ2a、2bを運転して真空チャンバ21内を真空度0.001torrまで真空引きし、真空ポンプ2a、2bを運転したままこの真空度を維持した。また基板加熱用高周波コイル11にパワーをかけ、基板観察窓12a、12bからパイロメーター13a、13bで基板表面10a、10bの温度をモニターし、これを所定の温度に維持した。この状態でガス導入口6a、6bから、アルゴン、水素、メタンの混合ガスを導入し、導入した状態で電源25a、25bより熱フィラメント24a、24bに電力を供給しフィラメント表面を加熱した。その結果、基板10の両面にダイヤモンド膜の成長が始まった。ダイヤモンド膜を各側それぞれ膜厚100μmだけ成長させた。

【0024】図5に本発明の第3の実施形態にかかるRFプラズマCVD装置の構造を示す。尚、前述した実施形態と基本的に同じ機能をもつ要素には同一の参照番号を付して、重複した説明は省略する。

【0025】真空チャンバ41は、中心に配置された基板ホルダ3について相互に対称な構造をもつ右側チャンバ部41a及び左側チャンバ部41bから構成される。左右のチャンバ部41a、41bの各々の内部にはプラズマガス導入管29a、29bが通っており、各プラズマガス導入管29a、29bの出口(ノズル)29a

a、29baは、基板ホルダ3に固定された基板10の右側及び左側の表面10a、10bに正対している。プラズマガスをプラズマ化するための高周波エネルギーを発生するためのRFコイル27a、27bが、プラズマガス導入管29a、29bのノズル部分の周囲をそれぞれ包囲し、各RFコイル27a、27bにはRF電源28a、28bが接続されている。また、左右のチャンバ部41a、41bの各々の内部には原料ガス導入管26a、26bも通っており、各原料ガス導入管26a、26bの出口は、各プラズマガス導入管29a、29bのノズル29aa、29baから噴出するプラズマジェットに向けられている。基板ホルダ3は、図4に示したものと基本的に同じ構成であるが、そこには1枚の正方形基板10を固定することができる。

【0026】この実施形態を用いて以下の通り成膜試験を行った。基板10を両面共同条件で傷付け処理した後、基板ホルダ3に取付け、冷却水1SLMを基板ホルダ3の冷却水導入口4より導入し冷却水排出口5より排水した。基板10として、厚さ0.4mm、平面サイズ50×50mmのMo基板を用いた。傷付け処理では、粒径3μm未満のダイヤモンド砥粒を用いて両面ラップ研磨した。真空ポンプ2a、2bを運転して真空チャンバ21内を真空度0.001torrまで真空引きし、真空ポンプ2a、2bを運転したままこの真空度を維持した。また基板加熱用高周波コイル11にパワーをかけ、基板観察窓12a、12bからパイロメーター13a、13bで基板表面10a、10bの温度をモニターし、これを所定の温度に維持した。この状態でプラズマガス導入管29a、29bから、アルゴン、水素の混合プラズマガスを導入し、導入した状態でRF電源28a、28bよりRFコイル27a、27bに電力を供給しプラズマガスをプラズマ化し基板10に向けて噴出させた。加えて、原料ガス導入管26a、26bから、ダイヤモンドの原料であるエチルアルコール蒸気を導入した。その結果、基板10の両面にダイヤモンド膜の成長が始まった。ダイヤモンド膜を各側それぞれ膜厚30μmだけ成長させた。

【0027】図6に本発明の第4の実施形態にかかるDCアークプラズマCVD装置の構造を示す。尚、前述した実施形態と基本的に同じ機能をもつ要素には同一の参照番号を付して、重複した説明は省略する。

【0028】真空チャンバ51は、中心に配置された基板ホルダ3について相互に対称な構造をもつ右側チャンバ部51a及び左側チャンバ部51bから構成される。左右のチャンバ部51a、51bの各々の内部には、電極とこれを囲むノズルとをもったDCプラズマトーチ30a、30bが配置されている。各DCプラズマトーチ30a、30bには、その電極とノズル間にプラズマガスを導入するためのプラズマガス導入管29a、29bが結合され、また、その電極とノズル間にDCアーク電

圧を印可するためのDC電源31a、31bが接続されている。各DCプラズマトーチ30a、30bの先端のプラズマ噴出口は、基板ホルダ3に固定された基板10の右側及び左側の表面10a、10bに向けられている。さらに、原料ガス導入管26a、26bが、各DCプラズマトーチ30a、30bから噴出するプラズマジェットに出口を向けるようにして配置されている。基板ホルダ3は、図4に示したものと基本的に同じ構成であるが、そこには1枚の正方形基板10を固定することができる。

【0029】この実施形態を用いて以下の通り成膜試験を行った。基板10を両面共同条件で傷付け処理した後、基板ホルダ3に取付け、冷却水1SLMを基板ホルダ3の冷却水導入口4より導入し冷却水排出口5より排水した。基板10として、厚さ0.4mm、平面サイズ20mm×20mmのAlN基板を用いた。傷付け処理では、SiC砥粒#2500を用いて両面ラップ研磨を行った。真空ポンプ2a、2bを運転して真空チャンバ21内を真空度0.001torrまで真空引きし、真空ポンプ2a、2bを運転したままこの真空度を維持した。また基板加熱用高周波コイル11にパワーをかけ、基板観察窓12a、12bからパイロメーター13a、13bで基板表面10a、10bの温度をモニターし、これを所定の温度に維持した。この状態でプラズマガス導入管29a、29bから、アルゴン、水素の混合プラズマガスを導入し、導入した状態でDC電源31a、31bよりプラズマトーチ30a、30bにアーク放電を発生させてプラズマガスをプラズマ化し基板10に向けて噴出させた。加えて、原料ガス導入管26a、26bから、ダイヤモンドの原料であるエチルアルコール蒸気を導入した。その結果、基板10の両面にダイヤモンド膜の成長が始まった。ダイヤモンド膜を各側それぞれ膜厚200μmだけ成長させた。

【0030】以上の実施形態を用いた成膜試験で、図7に示すように基板10の両面に同時に同一膜厚かつ同一品質のダイヤモンド膜52を形成することができた。成膜試験で作った両面ダイヤモンド膜基板の反り(図中Δ)を測定したところ、いずれの実施形態によるものも反りΔは5μm未満であった。比較試験として、同一条件で同膜厚のダイヤモンド膜を片面に形成した基板を作成してその反りを測定したところ、反りは50μm以上であった。従って、上記実施形態によれば、従来技術と比較して、約1桁も反り量を減らすことに成功した。また、上記実施形態で作成した両面ダイヤモンド膜基板の両面のダイヤモンド膜表面を既製の両磨機を用いての同時に研磨したところ、基板を割ることなく表面粗さRa5nmの仕上げ面を得ることができた。

【0031】図8は、本発明の第5の実施形態にかかるDCプラズマCVD装置の概略構成を示す。尚、前述した実施形態と基本的に同じ機能をもつ要素には同一の参

照番号を付して、重複した説明は省略する。

【0032】真空チャンバ71内に、複数の基板ホルダ3a、3bが一定間隔で平行に配列されている。複数のDCプラズマトーチ30a、30b、30cが、基板ホルダ3a、3bを挟むようにして一定間隔で配列されており、各基板ホルダ3a、3bの両側の空間に実質的にプラズマジェット72a、72b、72cを噴出する。図示しない原料ガス導入管より原料ガスがプラズマジェット72a、72b、72cに供給される。基板ホルダ3a、3bに固定された全ての基板10の両側の面に同一条件で成膜が行われるよう、プラズマトーチ30a、30b、30cの運転条件や原料ガスの導入量などが調節される。この実施形態でも、基板10の両面に同時に同一膜厚のダイヤモンド膜が形成される。

【0033】図9及び図10は、本発明の両面ダイヤモンド膜基板を用いた製品の実施形態を示す。

【0034】図9に示す製品は、半導体ICであり、そのケーシング62内に、両面にダイヤモンド膜64をもった基板65を用いたヒートスプレッド63が埋め込まれている。このヒートスプレッド63上にICチップ61がマウントされる。ICチップ61の電気端子は、ボンディングワイヤ67によってリードフレーム66に接続される。両面にダイヤモンド膜をもったヒートスプレッドを用いることにより、片面にのみダイヤモンド膜をもつ従来のヒートスプレッドよりも高い熱放出力が発揮できることが期待できる。

【0035】変形例として、両面ダイヤモンド膜のヒートスプレッドの両面にICチップをマウントすることもできる。

【0036】図10に示す製品は、SAWフィルタであり、基板81の表側の面上に、所定パターンにエッチングされたダイヤモンド膜の入力側送受波電極82、出力側送受波電極83、シールド電極84などが形成されている。図には表れていないが、基板81の裏側の面のダイヤモンド膜も、所定パターンにエッチングされて別のSAW回路（又は、表側面上のダイヤモンド膜パターンと共に1つのSAW回路を）形成している。このように基板の両面のダイヤモンド膜を利用してSAWデバイスを構成すると、従来より複雑なSAW回路を小サイズで構成することが可能となる。基板の両面で応力を均等又は均等に近くするためには、基板両面のダイヤモンド膜パターンは同一又は類似であることが望ましい。勿論、

片面のダイヤモンド膜だけを用いてSAW回路を構成し、反対面のダイヤモンド膜は加工せずに残して特に使用しなくても構わない。

【0037】両面ダイヤモンド膜基板は、上記の用途の他に耐圧ディスク、ディスク保護膜、X線窓などの従来の片面ダイヤモンド基板と同じ用途の全てに利用でき、その場合、片面ダイヤモンド膜基板より機械的強度が高い、両面のダイヤモンド膜が利用できる又は熱伝導率が良いといった利点を生かすことができ。

【0038】以上、本発明の一実施形態を説明したが、これらの実施形態はあくまで本発明の説明のための例示であり、本発明をこれら実施形態にのみ限定する趣旨ではない。従って、本発明は、上記実施形態以外の様々な形態でも実施することができるものである。本発明は、ダイヤモンド膜だけでなく、他の物質の成膜にも適用できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態にかかるマイクロ波プラズマCVD装置の構造を示す断面図。

【図2】図1の装置で用いる基板ホルダを示す斜視図。

【図3】本発明の第2の実施形態にかかる熱フィラメントCVD装置の構造を示す断面図。

【図4】図3の装置で用いる基板ホルダを示す斜視図。

【図5】本発明の第3の実施形態にかかるRFプラズマCVD装置の構造を示す断面図。

【図6】本発明の第4の実施形態にかかるDCプラズマCVD装置の構造を示す断面図。

【図7】両面にダイヤモンド膜を形成した基板の断面図。

【図8】本発明の第5の実施形態にかかるDCプラズマCVD装置の概略構成を示す。

【図9】両面ダイヤモンド膜基板をヒートスプレッドとして用いた半導体ICの実施形態を示す断面図。

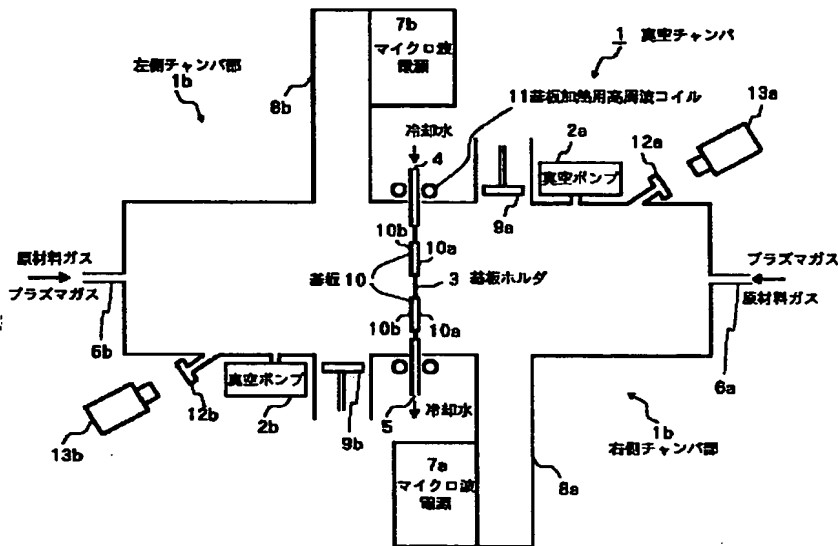
【図10】両面ダイヤモンド膜基板を用いたSAWフィルタ実施形態を示す斜視図。

#### 【符号の説明】

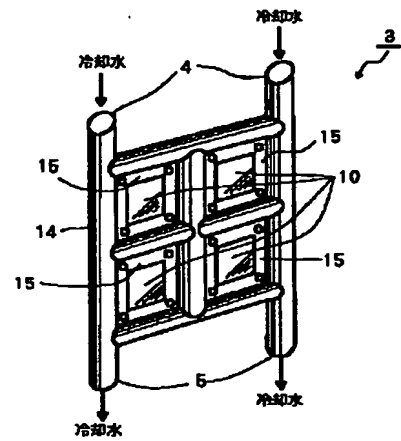
- 1、21、41、51、71 真空チャンバ
- 1a、21a、41a、51a 右側チャンバ部
- 1b、21b、41b、51b 左側チャンバ部
- 3 基板ホルダ
- 10 基板
- 52 ダイヤモンド膜



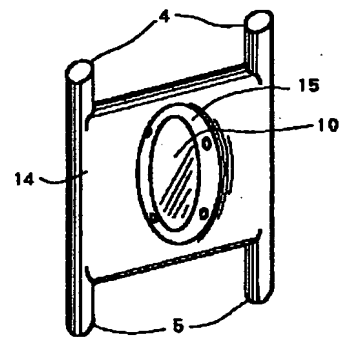
【図1】



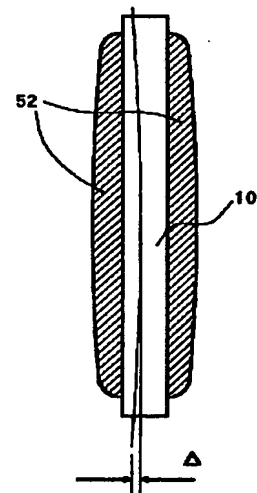
【図2】



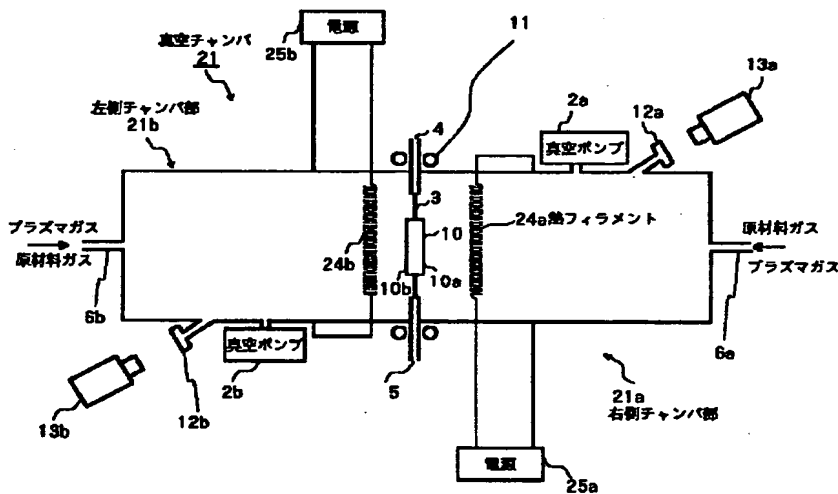
【図4】



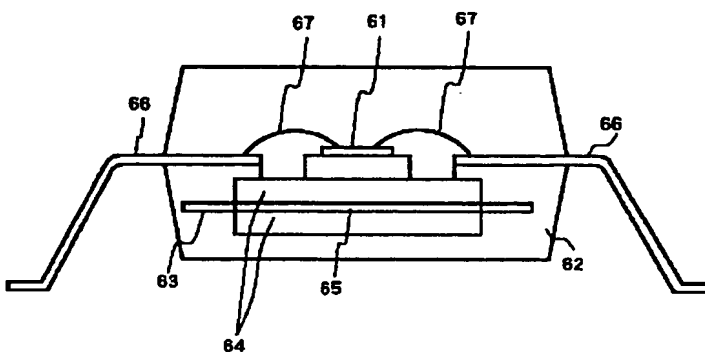
【図7】



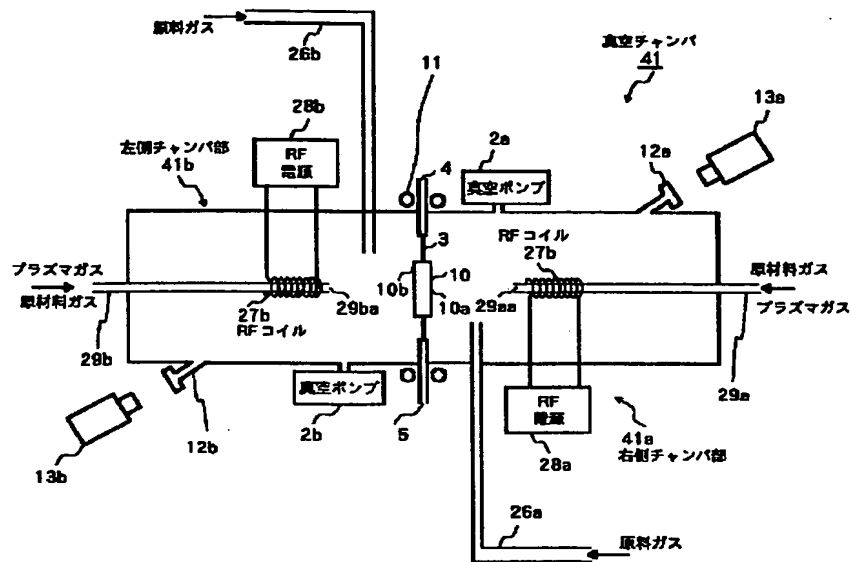
【図3】



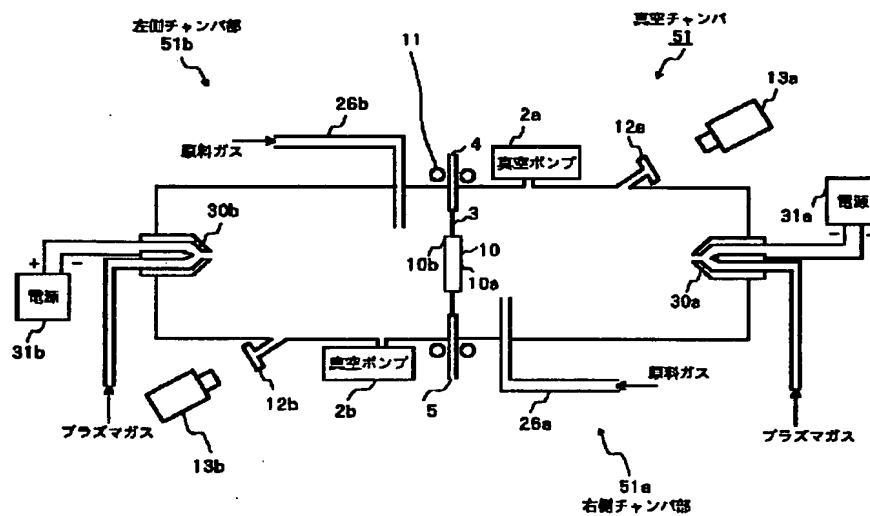
【図9】



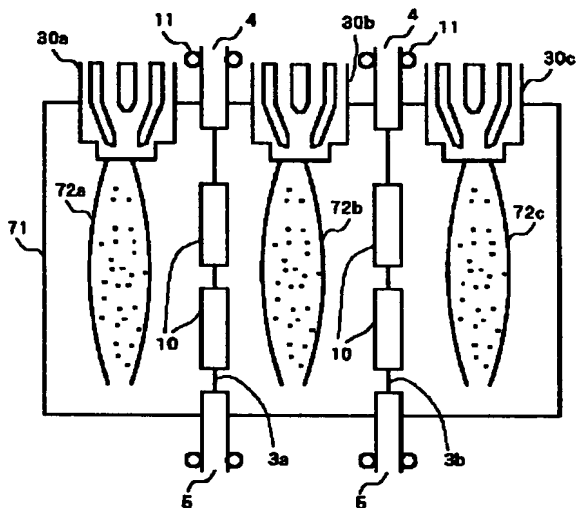
【図5】



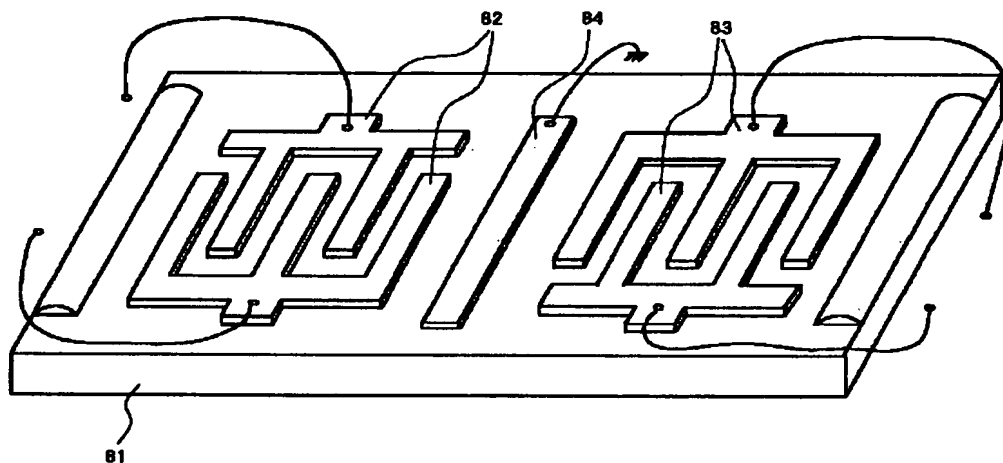
【図6】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H 0 3 H 3/08

H 0 5 H 1/46

識別記号

F I

H 0 3 H 3/08

H 0 5 H 1/46

テレポート(参考)

A

Fターム(参考) 4G077 AA03 BA03 DB07 DB11 DB17  
DB18 DB19 ED04 ED06 EE01  
EG03 FG01 FG05 HA04 HA06  
HA14 HA20 TA04 TA12 TE02  
TE03 TE05 TF04 TG01 TK01  
4K030 AA10 AA16 AA17 BA28 BB11  
CA02 CA04 CA05 DA02 DA08  
FA01 FA04 GA02 JA01 KA23  
KA26 KA30 LA11 LA15  
5J097 AA28 AA30 AA32 FF02 HA03  
HA10 KK00

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**